

OBTENCION DE PASTAS AL SULFATO A PARTIR DEL CARDO (*Cynara cardunculus L.*). INFLUENCIA DEL TROCEADO SOBRE LA CALIDAD DE LAS PASTAS

**J.C. VILLAR
P. POVEDA
J.L. TAGLE**

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
Centro de Investigación Forestal. 28040 Madrid

RESUMEN

En el aprovechamiento del cardo para la obtención de pastas al sulfato las condiciones de cocción y el troceado del material son los factores que determinan la calidad de las mismas. En este trabajo se han establecido los intervalos de las variables de la cocción que proporcionan pastas bien deslignificadas y se ha estudiado el efecto del tamaño de la materia prima sobre la calidad de la pasta. Los resultados mostraron que, para obtener pastas bien deslignificadas, se debe mantener la cocción (álcali activo 16 %) durante al menos 90 (30+60) min. Un troceado menudo mejora significativamente la deslignificación sin afectar negativamente a la calidad del papel producido. Las pastas refinan con gran facilidad y poseen buenas características físico-mecánicas, aunque tienen dificultades para el desgote y una porosidad muy reducida. Por tanto, es necesario buscar un procedimiento efectivo para desmodular que elimine los problemas derivados del elevado contenido en finos.

PALABRAS CLAVE: Cardo
Pastas al Sulfato
Tamaño de Partícula
Plantas Anuales

INTRODUCCION

Las necesidades de materias primas fibrosas para la industria pastero-papelera aumentan continuamente como consecuencia del aumento del consumo de papel. Las plantas anuales y los residuos agrícolas contribuyen a paliar esta situación, tanto en los países en vías de desarrollo, donde su uso está muy extendido, como en países industrializados, donde la escasez de recursos forestales y el abandono de tierras de cultivo podrían encontrar solución con el cultivo de plantas para la industria de la celulosa.

En España la producción de pastas a partir de cultivos herbáceos o residuos agrícolas supone un porcentaje próximo al 10 % sobre la producción total de pastas (aproximadamente 1,5 millones de t/año), que se abastece en buena parte de importaciones de madera. Por tanto, existe un mercado interior donde las plantas anuales de calidad pape-

Recibido: 13-11-98

Aceptado para su publicación: 28-1-99

lera pueden abastecer fábricas de mediano volumen, aunque para ello han de conocerse las necesidades para su cultivo, su manipulación intermedia y su transformación en pasta de papel.

Aunque, en la actualidad, el consumo de plantas herbáceas es muy limitado y dedicado a producciones específicas, algunos de estos cultivos como el cáñamo, el esparto, el lino o el algodón se han empleado con éxito en la producción de pasta de papel y otros como el kenaf o el cardo, si bien menos extendidos, pueden producir pastas de buena calidad. No hay que ocultar tampoco el recelo que despierta en algunos casos la propuesta de incorporar plantas anuales a la industria de celulosa y aunque con algunas de ellas se puede producir prácticamente cualquier tipo de papel o cartón, la elección de la materia prima condiciona aspectos importantes de la producción, tales como el rendimiento en pasta, la producción y la presencia de materia orgánica extraíble en la pasta “pitch”, aspectos que tienen que considerarse ante un posible cambio de materia prima.

Entre las ventajas de estos cultivos caben señalar su alta productividad por hectárea, cercana a 20 t secas/ha. año para cultivos como el kenaf o el cardo, y su condición de cultivos no alimentarios, por lo que pueden suponer una alternativa rentable para el agricultor. En el caso del cardo hay que sumar a todo esto la ventaja de ser un cultivo de secano, que acumula muy poca humedad en el momento de la cosecha (10-15 %), lo que facilita y abarata su transporte y almacenamiento. Estos son factores de gran importancia en los cultivos estacionales, donde hay que disponer de suficiente materia prima para abastecer la producción de pasta de todo el año. Junto a estas ventajas hay que mencionar la alta resistencia y la facilidad para refinar que poseen las pastas de cardo, superiores a las de algunas maderas de uso papelerero.

Composición química

La composición química del cardo ha sido analizada en algunos trabajos que, sin embargo, presentan bastantes discrepancias en alguno de los datos (Pereira, 1996; IPE, 1987; Fernández, 1997). Los análisis revelaron contenidos normales en holocelulosa, grandes variaciones en el contenido en lignina, con la médula poco lignificada y un contenido en pentosanos próximo al de las maderas frondosas (Tabla 1). Los datos de solubilidades fueron elevados, como resulta habitual en plantas anuales, lo que va a suponer rendimientos bajos en la obtención de pastas mecánicas. La materia extraíble en etanol-benceno es algo mayor que en la madera de eucalipto, mientras que el elevado contenido en cenizas hace preciso una preparación cuidadosa de la materia prima para reducirlo al máximo posible.

Se encontraron importantes diferencias entre los trabajos consultados, con variaciones considerables en el contenido en lignina y en la cantidad de materia extraíble. Los porcentajes de holocelulosa, lignina y pentosanos indican que el cardo es un material susceptible de ser utilizado para la fabricación de pastas, aunque también cabe esperar que los rendimientos no sean tan elevados como en el caso de las pastas de madera. Esta desventaja puede ser más acusada si se quieren aplicar procedimientos de pasteado de alto rendimiento, donde la madera alcanza rendimientos próximos al 95 % mientras que el elevado contenido en materia soluble del cardo hace esperar rendimientos muy inferiores.

TABLA 1
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CARDO
Chemical Composition of Cardoon

	Médula	Tallo sin médula	Médula	Total	Tallo	Ramas
	(Pereira, 1996)		(IPE, 1987)		(Fernández, 1997)	
Celulosa	41,7*	55,4*			47,8	41,0
Hemicelulosa					22,8	21,3
Holocelulosa			79,87	79,96		
Pentosanos			17,23	18,35		
Lignina	20,3	13,6	11,60	17,45	10,3	5,9
Sol. AF**			9,25	8,80		
Sol. AC***			9,52	9,32		
Sol. NaOH			34,56	29,91		
Extractos	13,2	15,6	3,07	3,84		
Cenizas	5,1	7,2	6,52	5,67		

* Contenido en hidratos de carbono. ** Materia soluble en agua fría. *** Materia soluble en agua caliente.

Análisis biométrico

De acuerdo con los datos presentados por Pereira (1996), las fibras del cardo tienen una longitud media de 1,3 mm, que es algo mayor que la correspondiente al eucalipto globulus, una de las especies más empleadas en nuestro país para la fabricación de pasta. El diámetro de la fibra (19 mm) es también similar al del eucalipto globulus, sin embargo, el tamaño del lumen (9 mm) es algo inferior, con una relación lumen/diámetro de fibra desfavorable para el cardo.

Obtención de pastas químicas al sulfato a partir del cardo

La utilización del cardo como materia prima celulósica se ha orientado a la obtención de pastas químicas, que han mostrado, en general, rendimientos ligeramente inferiores a los que se obtienen con madera, pero con propiedades mecánicas que igualan, si no superan, los valores que se obtienen en las pastas de eucalipto. Uno de los aspectos destacados en los estudios revisados (Pereira, 1996; IPE, 1987) ha sido la conveniencia de desmedular, ya que esta fracción presenta peor calidad para la fabricación de pasta. La desmedulación se realizó por medios mecánicos con procedimientos parecidos en los dos estudios, aunque con resultados distintos que obligaron, en uno de los casos (IPE, 1987), a intentar la desmedulación por procedimientos químicos. En este caso, el procedimiento consistió en la hidrólisis de la planta bajo presión (120° C) en medio ácido y en medio alcalino, sin que se observasen mejoras significativas en ninguno de los casos. Ello supone que la forma de plantear la obtención de pastas químicas al sulfato sea diferente según el trabajo que se considere: a partir de la planta desmedulada según propone Pereira (1996) o a partir de la planta completa según el estudio del IPE (1987).

En los trabajos anteriores se han variado las condiciones de tratamiento empleando concentraciones de reactivos que oscilan entre el 14 y el 20 % de álcali activo y entre el 24 y el 30 % de sulfidez, con tiempos de tratamiento entre 15 y 120 min (a temperatura máxima). Para que la cocción se desarrolle sin problemas se debe mantener una relación lejía-materia prima más elevada que para la madera, con un hidromódulo mínimo que se ha establecido entre 7 y 8 L/kg. Las pastas obtenidas tienen rendimientos comprendidos entre el 36 y 43 %, según la referencia que se tome, mientras que la cantidad de lignina residual no varía significativamente (índices Kappa correspondientes 15-11). El mayor rendimiento en pasta se obtiene a partir del tallo desmedulado (Pereira, 1996), que ofrece también el menor contenido en incocidos (0,7 % frente a 3,5 % en el mismo trabajo). Las diferencias en la cantidad de material incocido oscilaron entre 0,7 % (tallo desmedulado) y 9 % (tallo completo), aunque si la cocción se prolonga suficientemente la cantidad se reduce considerablemente (IPE, 1987), lo que lleva a establecer un tiempo mínimo de cocción que, a 170 °C, oscilará entre 30 y 60 min. En este caso, el pretratamiento con vapor de la muestra (10 min a 100° C) ha resultado eficaz para mejorar la cocción.

De acuerdo con las referencias, las propiedades físico-mecánicas de las pastas muestran ser tan elevadas como las de otras materias primas usadas en la industria pastera, la Tabla 2 recoge los valores de los ensayos realizados con cardo y da como referencia los correspondientes a una pasta de eucalipto globulus de similar índice de refino. Pocas variaciones cabe citar entre los datos del cardo, con buenas propiedades (solo algo menores que las de *E. globulus*) para una pasta poco refinada, que requiere un consumo energético casi cuatro veces menor para desarrollar las mismas propiedades. Este hecho ya fué mencionado (IPE, 1987) cuando se apunta la posibilidad de utilizar la pasta incluso sin refinar.

TABLA 2
PROPIEDADES DE LAS PASTAS AL SULFATO DE CARDO

Characteristics of Sulfate Pulps

	Cardo tallo desmedulado (IPE, 1987)	Cardo tallo entero (IPE, 1987)	Eucalipto globulus
°SR	43	45	46-47
Consumo Energía (rev. PFI)	1.150	—	4.000
Peso Específico (g/cm ³)	0,7	0,7	0,7-0,8
Longitud de Rotura (km)	6,8	7,6	8-9
Alargamiento (%)	3,9	2,0	—
Índice de Desgarro (mN/m ² /g)	6,7	6,5	6-9
Índice de Estallido (KPa m ² /g)	5,3	5,0	5-6

Aunque parece necesario buscar un procedimiento efectivo para desmedular el cardo, las diferencias en el contenido en rechazos entre el material entero y el material desmedulado también pueden atribuirse a las diferencias en el troceado de la materia prima, ya que no hay razones para creer que la médula tenga mayores dificultades para deslignificar que el resto del tallo. Además, los análisis químicos más completos (IPE, 1987) han dado como resultado un bajo contenido en lignina en la médula. Por tanto, resulta más verosímil atri-

buir la mayor deslignificación que se consigue con el material desmedulado, al troceado más fino que es preciso efectuar para separar la médula del resto del tallo, con lo que se consigue no solo eliminar la fracción de finos, sino favorecer la difusión de los reactivos de cocción para conseguir pastas mejor deslignificadas.

El objeto de este trabajo es verificar si las mejoras observadas en la utilización de material desmedulado son enteramente atribuibles a la extracción de la médula o, por el contrario, son causa de una mejor impregnación por los reactivos químicos. Se plantea, en este último caso, la posibilidad de obtener pastas de calidad a partir de un material sin desmedular, troceado a tamaño más pequeño. Por otra parte, ya que un troceado excesivo puede ir en detrimento de las propiedades del papel, se ha de verificar si la resistencia mecánica y el tamaño de las fibras disminuyen con el troceado de la materia prima. Puesto que la calidad de las pastas de cardo depende tanto de la preparación de la materia prima como de las condiciones de cocción, por último, se han establecido los requerimientos mínimos de la cocción que proporcionan pastas bien deslignificadas.

Para ello se han realizado una serie de cocciones al sulfato del cardo donde se han variado las concentraciones de reactivos y el tiempo de cocción. La materia prima utilizada ha consistido en: A) mezcla de tallos (75 %) y ramas (25 %) cortada a un tamaño medio de 5,7 cm B) tallos y ramas troceado en picadora a un tamaño medio de 1,7 cm. El rendimiento útil en pasta, el contenido en rechazos, el número kappa, la viscosidad de la pasta y la longitud de las fibras, así como las propiedades fisico-mecánicas de las hojas de ensayo, han sido los criterios elegidos para medir la calidad de las pastas.

EXPERIMENTAL

La materia prima procede de plantaciones experimentales ubicadas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. El material A se preparó mezclando ramas y tallos en una proporción de 75:25, similar a la que se encuentra en la planta, y cortando este material con tijera de podar a un tamaño próximo a 5 cm. El material B se preparó troceando en una picadora el conjunto de ramas y tallos de la planta. La determinación del tamaño medio del material se realiza en el caso A, midiendo la longitud y el peso de 100 fragmentos de una muestra representativa, y en el caso B, tamizando la muestra y pesando las fracciones.

Las cocciones se realizaron en un digestor de 25 l de capacidad con recirculación forzada de lejías y calentamiento indirecto por vapor. El control de la temperatura se realiza desde un ordenador provisto de una interfase y una aplicación informática diseñada a tal efecto. Las condiciones de la cocción se muestran en la Tabla 3 y se han elegido teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Tratamiento inicial de la materia prima con vapor a 100° C durante 10 min para garantizar la adecuada penetración de los reactivos.

Temperatura de cocción fijada a 170° C.

Tiempo de cocción, en condiciones isotermas, superior o igual a 30 min para asegurar una buena deslignificación.

Las pastas obtenidas se han lavado, desintegrado y tamizado. Sobre las pastas libres de rechazos se han medido el rendimiento útil, el contenido en rechazos, el número kappa y la viscosidad (norma SCAN-C15). La distribución de longitudes de fibra en las pastas se ha medido con el analizador Kajaani FS-100.

TABLA 3
CARACTERISTICAS DE LAS PASTAS AL SULFATO DE CARDO
Characteristics of Sulfate Pulps from Cardoon

Muestra	Tiempo (min.)	T máx. (° C)	Factor H	AA (%)	S (%)	Consumo (%)	R. Util (%) Rechazos	R. Total	Kappa	Viscosidad
1A	45+45	170	44.185	18	25	12,6	47,33 2,15	49,48	29,7	836
2B	45+45	170	44.791	18	25	14,8	45,70 0,27	45,97	24,2	1.052
3A	30+60	170	56.739	18	25	13,6	46,45 1,35	47,80	28,3	907
4B	30+60	170	67.090	18	25	14,6	44,99 0,01	45,00	19,4	1.070
5A	45+45	170	44.197	18	25	12,3	46,01 2,94	48,95	47,6	858
6B	45+45	170	44.462	18	25	13,1	45,47 0,14	45,61	22,1	1.010
7A	45+45	170	44.551	18	25	12,4	46,74 1,51	48,25	39,1	903
8A	30+45	170	43.305	16	25	12,4	44,65 4,48	49,13	48,5	750
9B	30+45	170	43.501	16	25	12,4	47,92 1,16	49,08	37,9	873

Las pastas se han refinado en un molino PFI a niveles comprendidos entre 500 y 1500 revoluciones, posteriormente se ha medido el grado SR de las pastas refinadas y sin refinar. Se han formado hojas de ensayo y se han determinado sus propiedades fisico-mecánicas. En todos los ensayos, salvo indicación en contra, se han utilizado los métodos de ensayos normalizados UNE, serie 57.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En general, el rendimiento de las pastas al sulfato de cardo es ligeramente inferior al 50 % y en las condiciones ensayadas depende, principalmente, del troceado de la materia prima. Sin embargo, la influencia de este factor ha sido diferente, dependiendo de las condiciones de la cocción, y se han podido diferenciar dos situaciones que corresponden a diferente intensidad en la cocción.

Cuando la deslignificación ha sido suficientemente intensa el material A ha ofrecido el mayor rendimiento útil, como se puede apreciar en la Tabla 3 mediante la comparación de 1A, 3A y 5A frente a 2B, 4B y 6B respectivamente. Las diferencias se explican considerando que el menor tamaño del material B ha favorecido la penetración de los reactivos, que actúan

entonces más eficazmente y disuelven mayor cantidad de materia prima. El mayor consumo de reactivos que muestran los experimentos con el troceado menudo corroboran esta hipótesis.

Sin embargo, en condiciones de cocción suaves, se ha observado que el rendimiento útil es superior para el troceado B. Esta situación se explica si se considera que las condiciones no son lo suficientemente enérgicas para completar una buena deslignificación del material, con lo cual se produciría un elevado porcentaje de rechazos que sería mayor para el troceado A, donde los reactivos encuentran mayores dificultades para penetrar. En consecuencia el rendimiento útil en pasta (libre de rechazos) sería menor con el troceado A. En las cocciones 8A y 9B se aprecia este hecho, con rendimientos totales similares para ambos materiales pero con un 4,5% de rechazos, muy superior al del resto de cocciones, cuando se utiliza el mayor tamaño de partícula. A diferencia de los experimentos anteriores, puede verse que, en esta ocasión, el consumo de los reactivos ha sido el mismo para ambos troceados.

De acuerdo con lo anterior, la elección del tamaño de partícula depende del grado de deslignificación que se desee conseguir y parece más adecuado utilizar el tamaño mayor, puesto que proporciona mayores rendimientos cuando aumenta la deslignificación. Sin embargo, la calidad de las pastas aconseja lo contrario, ya que la deslignificación ha sido más intensa con el troceado menudo. Tanto el contenido en rechazos como el número kappa y la viscosidad son mejores para el troceado B y estas diferencias se producen tanto en pastas bien deslignificadas (1A y 2B o 3A y 4B) como en pastas peor cocidas (8A y 9B).

Las diferencias en estos parámetros se explican si se admite que la penetración de los reactivos no es tan eficaz en el troceado grueso y por tanto, la deslignificación no ocurre de manera homogénea por toda la astilla. Ello conduciría no solo al aumento del material incoado, respecto al troceado fino, sino también a diferencias en la disolución de la lignina y de los polisacáridos. En aquellas zonas (del material A) donde los reactivos no tienen fácil acceso, la lignina quedará poco atacada y cabe esperar un mayor número kappa. En contrapartida, puesto que los reactivos de la cocción no tienen acceso a todo el material se concentrarán en las partes más accesibles, donde producen también mayor degradación de las cadenas de polisacáridos, lo que queda reflejado en el descenso de la viscosidad de la celulosa.

Todo lo anterior corrobora la suposición de que las diferencias de tamaños en la materia prima son fundamentales para lograr una buena deslignificación, pero queda por establecer si la molienda excesiva de la materia prima no va a dar lugar a un acortamiento de las fibras que tenga una repercusión negativa sobre las propiedades mecánicas del papel.

Para verificar este punto se han medido las propiedades físico-mecánicas de una selección de pastas obtenidas con los dos troceados bajo condiciones de operación que dieron pastas con un número kappa aceptable. A su vez, se ha medido la distribución de tamaño de fibras de estas pastas mediante un analizador Kajaani. Los resultados de este último análisis se recogen en la Tabla 4.

Se observa que la longitud media de fibra varía dentro de un intervalo de 0,16 mm y siempre ha resultado mayor para las pastas obtenidas a partir del troceado grueso (A). Sin embargo, comparando los pares de valores obtenidos bajo idénticas condiciones de cocción (1A y 2B, 3A y 4B), se aprecia que las longitudes medias de fibra de los dos troceados se aproximan entre sí a medida que la pasta está mejor deslignificada. Esto lleva a plantear que las diferencias de longitud observadas no están influenciadas por el tamaño de la materia prima, sino que dependen del grado de deslignificación de las pastas. Las menos deslignificadas, con valores altos del porcentaje de rechazos y del número kappa, tienen mayor longitud de fibra, como consecuencia de la presencia de un mayor número de agregados de fibras (aunque suficientemente pequeños para pasar el tamizado) que aumentan la longitud

media. Esto explica que las pastas obtenidas en condiciones más enérgicas muestren menor longitud media. Se puede observar también que las mayores diferencias en la distribución de longitudes de fibra tiene lugar en la fracción de fibras largas (decil 9), que puede suponer hasta 0,3 mm de variación, diferencias que, sin embargo, no se observan en la fracción de menor tamaño (decil 1).

TABLA 4
LONGITUDES DE LAS FIBRAS DE LAS PASTAS AL SULFATO DE CARDO
Fiber dimensions of cardoon sulfate pulps

Muestra	Longitud media (mm)	Decil 1 (mm)	Decil 9 (mm)
1A	1,03	0,18	2,21
2B	0,95	0,20	1,88
3A	0,92	0,17	1,96
4B	0,87	0,18	1,89

En cuanto a las propiedades físicas de las hojas de ensayo, éstas han resultado equiparables a las obtenidas a partir de maderas como la del *Eucalyptus globulus*, si se exceptúa la porosidad, que ha resultado ser extremadamente reducida y que condiciona su uso en algunas aplicaciones. En la comparación entre las hojas de los dos troceados se han observado solo ligeras diferencias de características. Las mayores diferencias se han observado en el grado SR y en el peso específico de la hoja (PE), como se muestra en las Figuras 1 y 2 respectivamente. Para el troceado menudo las pastas presentan, para el mismo tratamiento mecánico, un grado SR mayor, además, el valor del peso específico, para un grado SR dado, es claramente superior. Ambos parámetros muestran una alta correlación con el número kappa, como se aprecia en la Figura 3, donde se representa, en función de este parámetro, la evolución del peso específico y del grado SR de las diferentes pastas (refinadas a 1000 vueltas en PFI). De todo esto se desprende que tanto la facilidad para refinar como la capacidad para formar una hoja compacta se ven favorecidas indirectamente por el troceado a un tamaño pequeño, con el que se logran mejores deslignificaciones.

Los parámetros de resistencia mecánica tienen solo una ligera dependencia con el tamaño de troceado, mientras que para la resistencia a la tracción (LR) y al estallido (IE) las diferencias son apenas perceptibles (Figs. 4 y 5). En el caso de la resistencia al desgarro (ID) se tiene una disminución apreciable cuando se utiliza el troceado fino (Fig. 6).

El menor valor del desgarro para las pastas procedentes del troceado fino no debe atribuirse a una menor longitud de fibra, como en ocasiones se acepta. Ya se ha visto que las diferencias en longitud apenas existen y que, en cualquier caso, no justificarían las diferencias encontradas entre el índice de desgarro de las pastas obtenidas con distintos troceados. Estas diferencias pueden explicarse si se tiene en cuenta que una hoja más densa concentra la fuerza aplicada al rasgado en un área más reducida y, como resultado, la fuerza necesaria para lograrlo disminuye con el peso específico de la hoja. Así pues las diferencias encontradas en el peso específico serían las responsables de las que se producen en el desgarro y no las insignificantes diferencias de longitud de fibra.

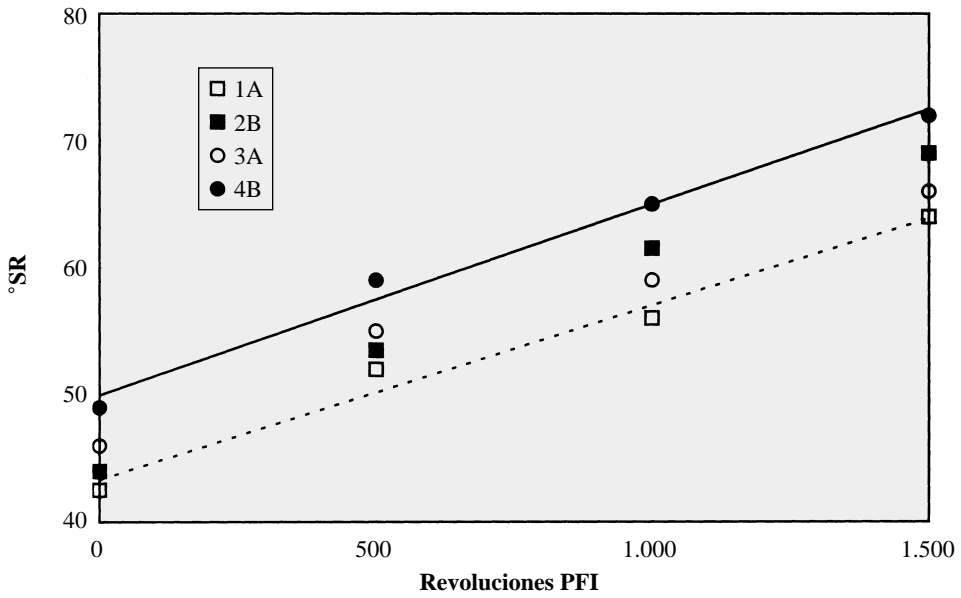


Fig. 1.-Refinado de las pastas
Pulp Refining

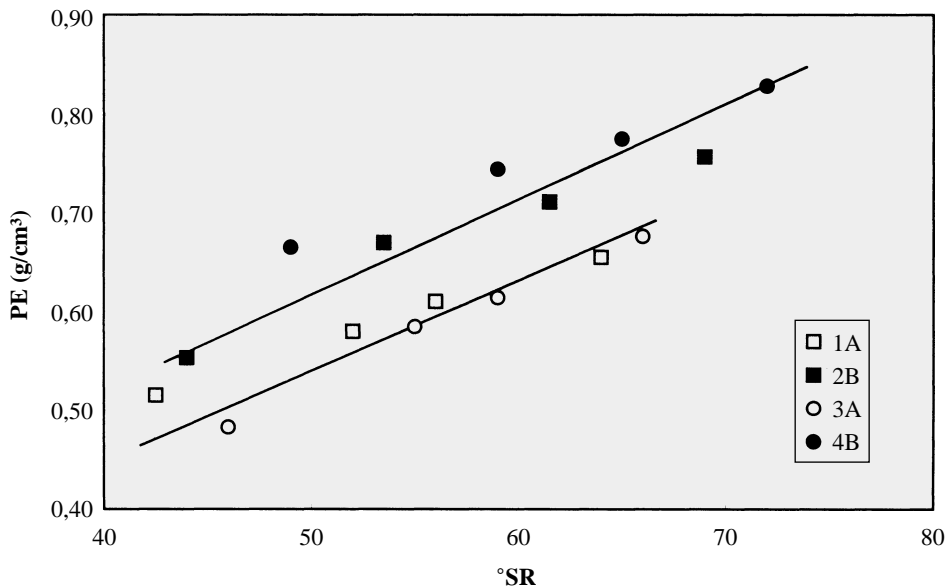


Fig. 2.-Variación del peso específico
Variation of Density as a function of °SR

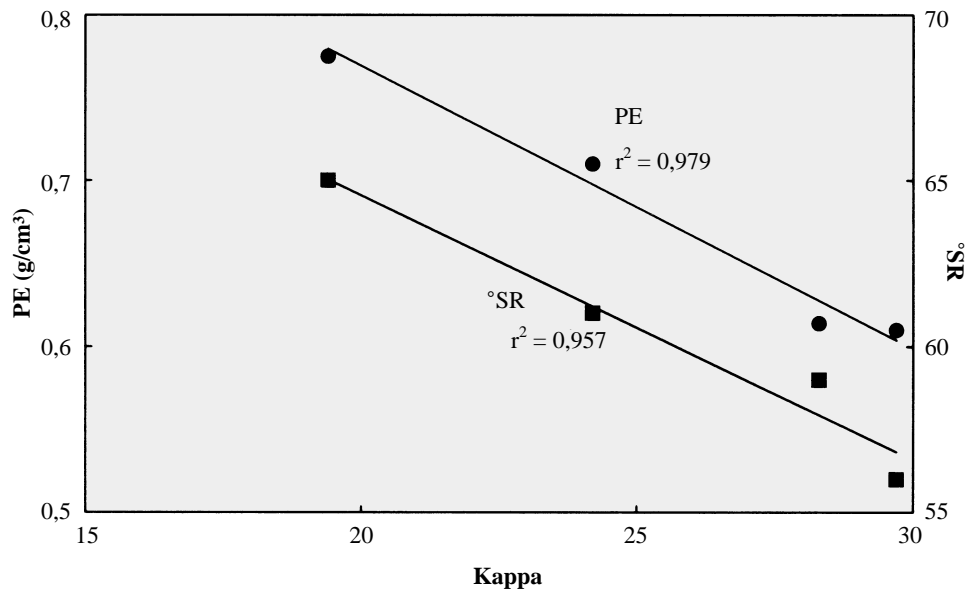


Fig. 3.–Variación del peso específico y del °SR con el número Kappa
Variation of Density and °SR as a function of Kappa

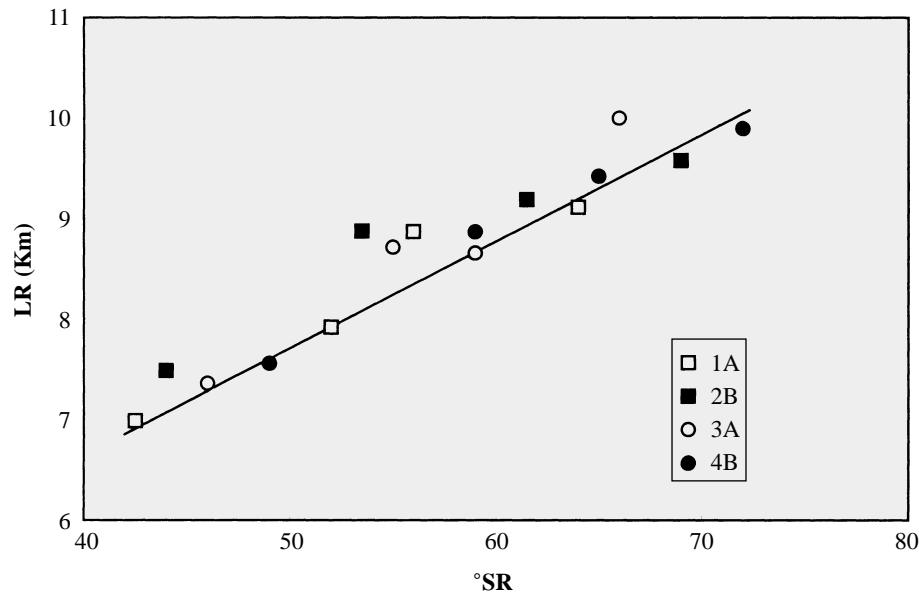


Fig. 4.–Resistencia a la tracción
Breaking Length as a function of °SR

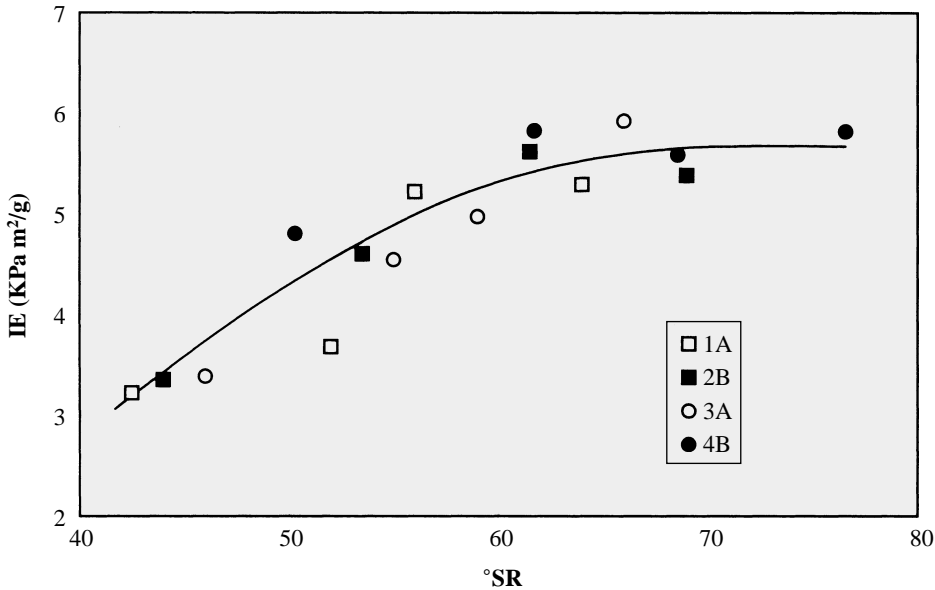


Fig. 5.–Resistencia al estallido
Burst Index as a function of °SR

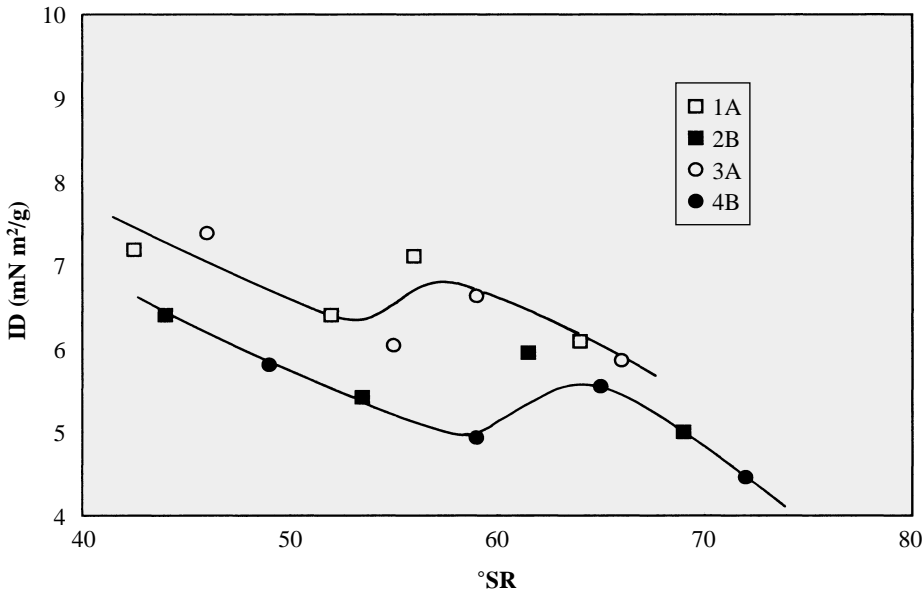


Fig. 6.–Resistencia al desgarro
Tear Index as a function of °SR

Un dato más a tener en cuenta es que el efecto de la longitud de la fibra solo debe considerarse en pastas poco refinadas (bajo °SR) y no en el presente caso. En aquellas pastas, donde las uniones interfibrilares están poco desarrolladas, el rasgado es ocasionado por el arrancado de las fibras fuera de la red del papel y por ello, la mayor longitud de las fibras supone un mayor esfuerzo para arrancar fibras más profundamente incrustadas en la hoja. A mayor grado de refinado, aumentan las uniones fibra-fibra y el arrancado de éstas se hace cada vez más costoso, por lo que el rasgado comienza a ocasionar la rotura de las fibras, mecanismo que no depende de la longitud.

De los resultados precedentes se han extraído también las condiciones de operación que permiten obtener pastas bien deslignificadas. En primer lugar se ha observado que es preciso prolongar la cocción durante 90 min. Tiempos más cortos (8A y 9B) han producido pastas con peores características y alta lignina residual, inadecuadas para el blanqueo. La distribución de los 90 min de la reacción influye significativamente en la calidad final de las pastas y la influencia es más importante cuando se trabaja con el troceado fino. Así una distribución de 30 min de subida de temperatura más 60 min a 170°C, han proporcionado las pastas mejor deslignificadas (4B), mientras que una distribución 45+45 eleva casi cinco unidades el kappa final (2B). En cuanto a las necesidades de álcali, éstas se han estimado en torno al 16 %, como se desprende de las cantidades de álcali inicial y residual que quedan en las cocciones de mayor calidad.

CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto puede concluirse que el troceado del cardo juega un papel importante en la producción de pastas al sulfato de calidad. Un troceado menuado mejora la deslignificación y consigue una pasta con menor número kappa y mayor viscosidad.

Se ha observado también que el trocear a menor tamaño no ha acertado la longitud media de fibra en la pasta, ya que la ligeramente mayor longitud de fibra que presenta el troceado grueso, se atribuye a una peor deslignificación que introduce agregados de fibras en el medio. Por otra parte, el troceado a un tamaño menor tampoco tiene efectos adversos sobre las propiedades físico-mecánicas de los papeles obtenidos a partir de estas pastas, que apenas están influenciadas por el tamaño de las astillas. Solo el grado SR y el peso específico aumentan con el troceado más pequeño, lo que a su vez hace que el índice de rasgado, dependiente del peso específico, disminuya. Tanto la resistencia a la tracción como al estallido se mantienen en valores similares en todos los casos.

Las condiciones de cocción para una deslignificación adecuada (número kappa < 20) deben de incluir tiempos totales de cocción no mucho menores de 90 min y se propone distribuirlos en 30 min de subida de temperatura, más 60 min a 170° C. El álcali activo mínimo necesario se fija en torno al 16 %.

Aunque en general, con un troceado adecuado se consiguen buenas propiedades de la pasta, la porosidad de las hojas es extremadamente baja, por lo que se hace necesario introducir una etapa de desmedulado que proporcione pastas con menor contenido en finos. Se espera que esta etapa mejore la porosidad, el grado SR y permita aumentar el tratamiento mecánico que se aplica, ahora limitado por el alto valor del SR.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que financia el proyecto de investigación: "El cardo (*Cynara cardunculus* L.) como cultivo alternativo para la producción de biomasa en tierras de secano", dentro del cual se encuadra el presente estudio.

A los profesores: Dña. Teresa Vidal y D. Antonio Torres de la ETSII de Tarrasa por su ayuda para la determinación de las distribuciones de longitudes de fibra en las pastas.

SUMMARY

Production of Sulfate Pulps from Cardoon (*Cynara cardunculus* L.). The effect of Chipping of Pulp Quality

In the utilization of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) to produce sulfate pulps the cooking conditions and the chip size are the factors that determine the final pulp quality. The aim of this work is to establish the range of cooking variables that produce good delignified pulps and to study the effect of chip size on the pulp quality. The results have shown that cooking time not inferior than 90 min (30 up to 170° C plus 60 at 170° C) and 16 % active alkali) are necessary to obtain good delignified pulps. Chipping into a small size (1.7 cm) greatly improves delignification with no negative effect on paper quality. Cardoon sulfate pulps refine easily and showed good mechanical properties, although they present drainage difficulties and an extremely low porosity. So, it is necessary to go into a procedure to dephithing that avoid the problems caused by the high fines content.

KEY WORDS: Cardoon
Sulfate Pulps
Particle Size
Non-Wood Pulps

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- PEREIRA H., GOMINHO J., 1996. Produção de pasta para papel a partir da biomassa de *Cynara cardunculus* L. Jornadas sobre cultivos alternativos no alimentarios. Junta de Extremadura. 26-27 de noviembre de 1996, Finca La Orden. Badajoz.
- INSTITUTO PAPELERO ESPAÑOL, 1987. Aprovechamiento celulósico del cardo. Investigación y Técnica del Papel. 93, (24) 588-606.
- FERNANDEZ GONZALEZ J., 1997. "Cardoon (*Cynara cardunculus* L.). A catalogue of potential energy crops for Europe and the Mediterranean region " FAO Technical report. (Publication expected for January).